

# 雫石川におけるハビタットの变化と 冠水頻度との関連について

萱場 祐一

正会員 工修 建設省土木研究所環境部河川環境研究室（〒305-0804 茨城県つくば市旭1）

近年、自然裸地の減少、樹林地の増加が日本各地の扇状地河川で報告されている。このような河道内のハビタットの变化は河原に依存する生物の減少等様々な問題を引き起こしている。本研究ではこの要因として冠水頻度を取り上げ、これとハビタットとの関連性を検討した。対象としたのは、ここ数十年で裸地の減少、樹林化が生じた雫石川で、空中写真から約50年間のハビタットの分布と河道形状の変化の把握、そして、過去の日流量データに基づく水位計算結果から、各ハビタットの冠水頻度を調べ、木本地及び裸地と冠水頻度との関連性を探った。この結果、1.5日/年程度の冠水頻度を境界とし、河道内の裸地及び木本地が占める面積の割合が変化することを示した。

**Key words:** inundation frequency, habitat, river, vegetation, fluvial fan, gravel mining

## 1. はじめに

河道内の植物は出水等による破壊とそこからの再生を繰り返し、植物群落の遷移は容易に進まない。この様な破壊と再生の機構は河川の自然環境の大きな特徴であり、河原や樹林地といったハビタットの空間的な分布は大きく変化することなく維持されてきた。しかし、高度経済成長期を中心として行われた砂利採取により、この状態が近年変化しつつある。特に、扇状地における影響は大きく、現在までハビタットや生物相の変化に関する多くの報告がなされている<sup>1), 2), 3)</sup>。また、このような現象が引き起こされるメカニズムに関する研究も近年行われている<sup>4), 5), 6)</sup>。李らは多摩川永田地区を対象にし樹林化が引き起こされる現象に着目し、出水時のウオッシュロードの堆積がここに繁茂するハリエンジュの生息地拡大に大きく寄与していること、また、ウオッシュロードの堆積が砂利採取に伴う河道の複断面化に起因していることを示唆している<sup>7)</sup>。このように、扇状地を対象としたハビタットの変化に関する実態把握やメカニズムの解明は徐々に進みつつある。

しかし、扇状地における大規模なハビタットの変化は、例えば、複断面化に伴う河道の一部高水敷化のように、本来水域～水際域であった環境が陸域の環境へと変化したことが一次的な原因である場合が多いだろう。この意味では、ハビタットの変化と冠水状況との関連性を調べ、その対応関係を把握することは、今

後適切にハビタット管理を行う上で重要な知見となる。本研究では、この点を鑑み、近年ハビタットが大規模に変化した雫石川を対象に冠水状況との関連性を調査、分析したので、ここに報告する。

## 2. 対象河川及び研究の方法

### 2. 1 対象河川及び対象区間の概要

対象河川は戦後ハビタットの分布が大きく変化したこと、空中写真を始めとした資料が存在することを理由に北上川第一支流雫石川とした。図-1は雫石川の平面図を示す。雫石川は北上川合流点から11.4kmに位置する御所ダム下流から流下した後、大欠山を曲流し盛岡市西部に広がる扇状地を流れ盛岡市内で北上川に合流する。流域面積は772 km<sup>2</sup>、流程48.5kmである。昭和20年代にカスリーン台風(1947年)、アイ

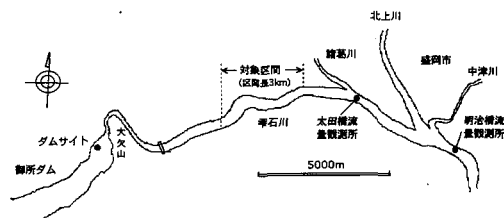


図-1 雫石川対象区間付近平面図

オン台風(1948 年)の襲来により破堤を伴う大被害を被った。その後、大規模な出水はあるものの甚大な被害には至っていない。雫石川における本格的改修は昭和 7 年に始まった「雫石川改良事業」である。北上川合流点から右岸 8.7km、左岸 8.9km までの築堤が行われ、雫石川の骨格が形成された<sup>8)</sup>。その後は低水護岸や根固工が部分的に設置されたが大規模な改修は行われていない。1960 年代になると本格的な砂利採取が始まった。採取区間は北上川合流点から 6~7km 付近までで、採取期間は 1964 年~1972 年の 9 年間、確認できた採取量は 73 万 m<sup>3</sup>である。

今回対象とした区間は、北上川合流点から 4.0km ~7.0km の区間とした。計画河床勾配は 1/355、計画高水流量 1,350 m<sup>3</sup>/s、川幅は堤間で 300~400m である。この区間は河道が緩やかに蛇行し、1 蛇行以上、川幅の概ね 10 倍程度の長さが確保されている。この区間は下流域に比べるとランドや田畑といった人工的利用が少なく、ハビタットの時間的変化が似通っているという特徴を持つ。

## 2. 2 研究の方法

### 1) 河道内地形及びハビタットの把握

本研究では、過去数十年の地形やハビタットの分布を把握する方法として空中写真を利用した。表-1 は利用した空中写真を示す。地形の把握は 1977 年及び 1984 年を除く 5 組について、ハビタットの分布の把握は 7 時期全てについて行った。地形の把握は空中写真を立体視することにより行い<sup>9)</sup>、北上川合流点から 200m 間隔に 11.4km まで横断面図を作成した。立体視ができない水面下の形状は、この形状を台形と仮定し、撮影日の流量を元に粗度係数を 0.035 として不等流計算を行いその諸元を求めた。ハビタットの判読は、判読の対象となる場所の地形、色、テクスチャーから行い<sup>9)</sup>、空中写真の歪みを補正した地形図に判読結果を記入して面積を測定した。ハビタットの分類は、ハビタットの変化を概括的に把握すること、空中写真から読みとれる程度から、以下のように分類・定義した。

- ①水面：空中写真撮影時に水面であった場所を水面と分類する。
- ②裸地：空中写真撮影時に水面及び植物が繁茂していない場所で、ランド等人工的土地利用を行っていない場所を裸地と分類する。
- ③草本地：空中写真撮影時に草本植物が繁茂している場所を草本地と分類する。
- ④木本地：空中写真撮影時に木本植物が繁茂している場所を木本地と分類する。
- ⑤人工地：ランド、田畑、河川構造物等人間がその場所を使用し、かつ、その形態が維持されている場所を人工地と分類する。従って、田畑が放棄されて草本植物が繁茂した場合には人工地とは分類されない。

表-1 使用した空中写真と整理方法

| 撮影年月日      | 縮尺       | カラー<br>白黒 | 航測横断面<br>作成 | ハビタット<br>の把握 | 撮影日流量<br>(m <sup>3</sup> /s) |
|------------|----------|-----------|-------------|--------------|------------------------------|
| 1948年5月15日 | 1/10,000 | 白黒        | ○           | ○            | 30                           |
| 1965年6月12日 | 1/10,000 | 白黒        | ○           | ○            | 30                           |
| 1976年9月30日 | 1/8,000  | カラー       | ○           | ○            | 20                           |
| 1977年6月16日 | 1/10,000 | 白黒        |             | ○            | 13                           |
| 1982年5月16日 | 1/10,000 | 白黒        | ○           | ○            | 60                           |
| 1984年7月 1日 | 1/20,000 | 白黒        |             | ○            | 10                           |
| 1989年5月24日 | 1/10,000 | 白黒        | ○           | ○            | 15                           |

### 2) 冠水日数の意味と推定方法

木本植物が河道内のある場所に立地するかどうかは、植物の種子散布、発芽、定着、成長、競争、破壊といった各プロセスにおいてそれぞれを規定する条件と大きく関わっている<sup>10), 11)</sup>。冠水条件は流水に伴う種子散布の範囲や程度、土壌水分といった植物の発芽や成長、土砂の堆積や植生の流失等といった、定着・破壊現象等植物の立地に関する様々な要素を含んでおり、大規模なハビタットの変化との関連を検討する上で必要な要因を含んでいる。また、広域的かつ長期的な視点からハビタットを管理する場合にも、冠水条件は過去の流況から簡易に推定できるため都合が良い。

ところで、冠水条件としては、一定期間に冠水する回数や 1 回に冠水する時間等が考えられる。本研究では今回用いた流況に関する資料の状況、本研究の目的を考慮して、冠水条件を特定の時期に限定せずに、一定期間を 1 年間とした。また、冠水時間については、用いた流量の資料が日平均流量であること、ハビタットと冠水状況との関連性を概括的に把握することが目的であること、から冠水の時間単位を 1 日とし、1 年間における平均的な冠水日数を計算した。冠水日数の算定は以下のように行った。まず、時間的に前後する 2 撮影時期（前後期）の全ての日平均流量データと後期の横断河床形状を用いた不等流計算を実施した。また、横断河床を左岸側から 3m メッシュに分割し、各メッシュの平均的な標高と不等流計算結果に基づく水位との関係から 2 撮影時期間の冠水日数を計算し、これを 365 日（1 年間）で除すことにより冠水日数（日/年）とした。従って、2 撮影時期間の冠水日数が 1 日で 2 撮影時期間の日数が 365 日より大きい場合には 1 日/年以下の冠水日数となる。尚、冠水日数の計算を行った断面は 15 断面、用いたメッシュ数はおよそ 2000 である。

用いた流量データは全て日平均流量であり、1938 年~1967 年（1946 年~1949 年は欠測）は御所ダムの計画時に推定したダムサイト流量を<sup>12)</sup>、1968 年~1976 年は明治橋流量観測所から推定した流量を、それぞれ太田橋観測所地点における日平均流量として用いた。1977 年以降は太田橋観測所地点での流量を用い

た。明治橋地点からの流量の推定は、1977 年以降の太田橋地点の流量と明治橋地点での流量との相関関係から行った。各流量観測地点の位置は図-1 に示した。尚、太田橋観測所地点は諸葛川が合流するため対象区間の流量に比べて大きくなるが、諸葛川の流域面積が  $63.7\text{km}^2$  と雫石川に比べて小さいため、太田橋観測所の流量データを対象区間流量として用いた。

### 3. 結果

#### 3. 1 ハビタットの变化と植被の概況

図-2 は各撮影時における各ハビタットの面積を示す。水面は 1948 年以降撮影日の流量が大きかった 1982 年を除いて徐々に減少する傾向を示す。裸地は 1948 年で全体の面積のおよそ 36% を占める。砂利採取が活発だった 1965 年に一旦増加した後減少し、1989 年には 12% にまで減少している。木本地は 1948 年では全体の面積の 11% 程度を占めるに過ぎなかったが、1965 年及び 1989 年に顕著な増加を示している。特に、1989 年の増加は大きく 23% から 34% と急激な増加を示す。人工地は 1976 年から 1989 年まで増加し、その後大きな変化はない。1989 年における面積比は 29% である。

図-3 は、1948 年～1989 年 5 撮影日における平面図に水面、裸地、木本地の分布を示す。1948 年は明瞭な砂州の形態が見られみお筋周辺に裸地が広がっている。1965 年ではみお筋が狭くなり明瞭な砂州の形態が見られない。また、右岸の堤防沿いに新たな木本地の形成が見られる。1976 年ではみお筋が分かれ中州の形成が見られここに裸地が広がる。1982 年の分布は撮影時の流量が多く水面が 1976 年と比べ広がっている。また、裸地沿いに小規模な木本地が見られるようになる。1989 年になると水際沿い、中州にも木本地が見られるようになる。1995 年に対象区間を踏査し相観から把握した植生分布の概略は、水面から比高差がない場所では裸地が広がり、裸地上にカワラハハコ、ツルヨシ群落が見られ、やや比高差がある場所にはイヌコリヤナギ群落、カワヤナギ群落が見られた。また、比高差もあり冠水頻度が小さいと思われるやや高水敷化した場所ではシロヤナギ群落、ハンノキ群落が、更に比高差があり、水面からも遠くほとんど冠水しないと思われる場所ではオニグルミ群落、ニセアカシア群落、スギ・カラマツ等の植林が見られた。

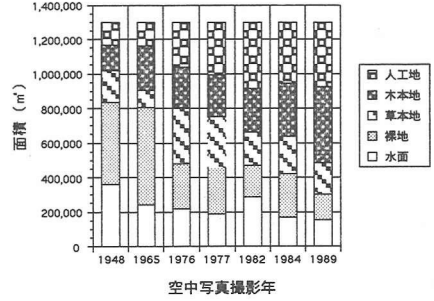


図-2 各ハビタット面積の経年変化

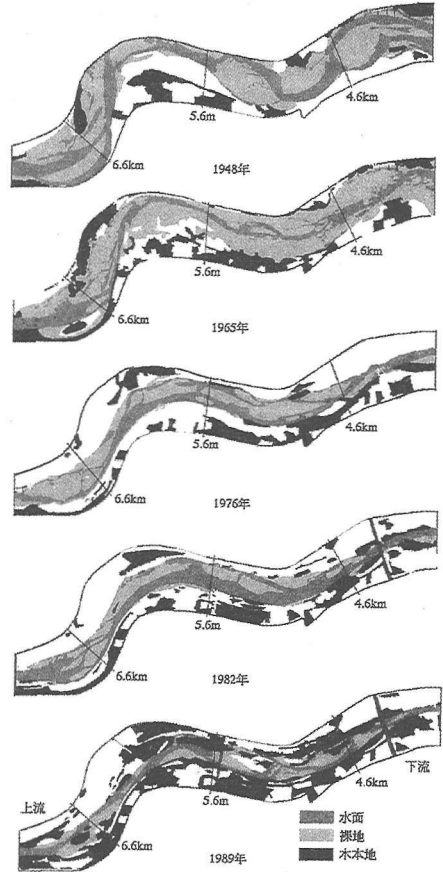


図-3 1948～1989 年における水面、裸地、木本地の分布

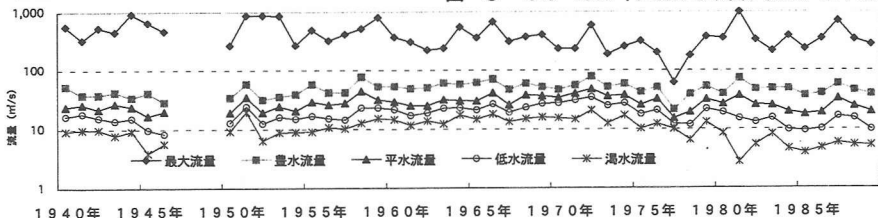


図-4 最大流量、豊平低渇水流量の経年変化

### 3. 2 流量と地形の変化

扇状地における冠水頻度は、上流から流入する流量とその場の河道内地形により支配される。そこで、これらの要素が時間的にどのように変化したかを概観する。図-4は1940年～1989年までの流量を年最大流量、豊平低渇水流量について整理した結果を示す。1975年以降渇水流量で若干の減少が見られるが、その他に大きな変化は見られない。次に、地形の時間的変化を見るため、以下の2つの指標を作成し、地形の変化の傾向を把握する。一つは、前後する両撮影時期の同一位置における河床高の比高差の平均値で河床の全体的な低下、上昇の指標である。もう一つは差の標準偏差で河床の部分的な低下、上昇の程度を示す指標であり、例えば、低水路のみが低下するような場合は値が大きくなり、全体が低下するような場合は値が小さくなる。把握は対象区間200mピッチに行い、各時期の縦断面図として図-5に示す。①1948-1965年、②1965-1976年において両時期の差がマイナスに、標準偏差がプラスとなり河道中央部の低下が対象区間全域で生じていることが解る。ここで、両時期の差が1948-1965年で対象区間の上流で小さく、③1965-1976年の下流で小さくなっているのは、砂利採取は当初下流で行われ、その後、この影響が上流にまで伝わったからであろう。④1976-1982年では両指標は対象区間全域でほぼゼロとなっている。1982-1989年では、5km付近を中心に河床が全体的に低下していること、また、6.7km付近で若干の低下が見られるが、①、②に比べて変化量は少ない。

### 3. 3 冠水頻度と各ハビタットとの関係

冠水日数と各ハビタットとの関係を明らかにするために、冠水日数をその頻度から10の冠水頻度帯に分類し、各ハビタット別に各冠水頻度帯に属するメッシュ数を合計した。尚、ここでは撮影時に水面となっているメッシュは裸地として扱った。図-6はこの結果を横軸にメッシュ数を縦軸に各冠水頻度

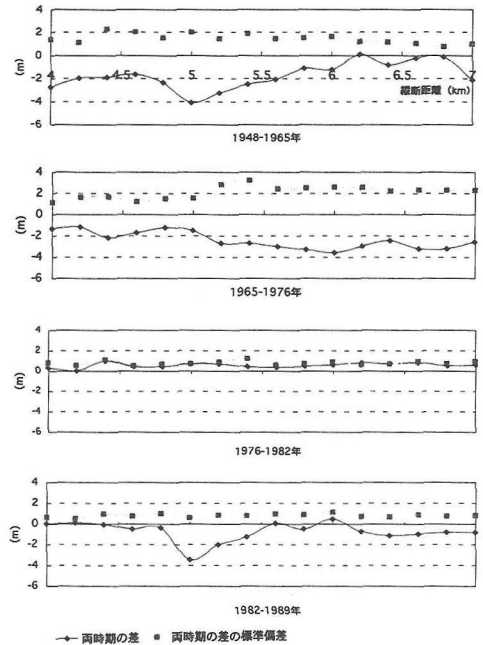


図-5 前後する2時期の河床高の差と差の標準偏差の縦断面分布

帯として示した。1948年は1～5日/年にピークがあり、それ以上、それ以下の冠水頻度帯ではメッシュ数があまり変化しない。ただし、0.5-1日/年でメッシュ数が減少する。1965年は1948年における分布とは大きく異なる。1～5日/年のメッシュ数はほぼ半数になり、ピークは0～0.1日/年に移動している。1976年、1982年、1989年では、1965年同様ピークは0～0.1日/年にあり分布は比較的似通っている。また、0.5-1日/年でメッシュ数が減少する傾向は1965年以降も続いている。各ハビタットと冠水頻度との関係を見ると0.5-1日/年及び1-5日/年の冠水頻度帯を境界としてハビタットの状況が異なっているように見える。すなわち、

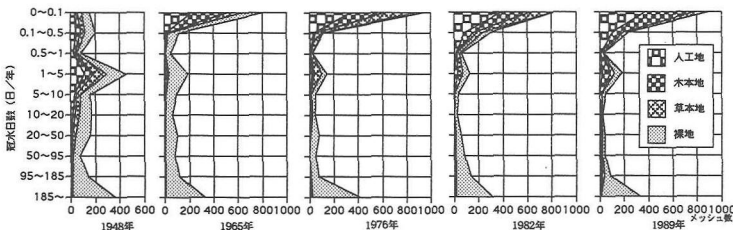


図-6 各ハビタットの冠水頻度別メッシュ数の分布とその時間変化

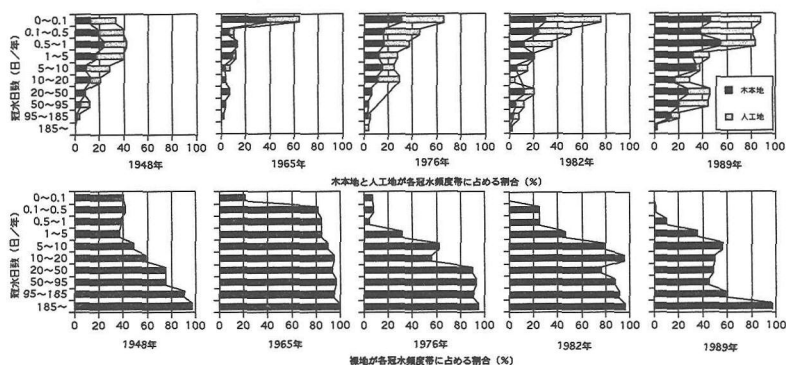


図-7 木本地及び人工地と裸地が各冠水頻度帯に占める割合

これより高い冠水頻度帯は裸地が多く、低い冠水頻度帯では人工地と木本地が多い。そこで、これらと冠水頻度との関連性をより詳細に見るため、各冠水頻度帯で全メッシュ数に占める木本地、人工地及び裸地の割合を各時期について算定し整理した。尚、人工地には洪水の攪乱を受けにくいグランドや田畑等が多く含まれていること、これらの土地は人為的に維持しなければ木本地となる可能性がある「潜在的木本地」であること、から人工地は木本地に加算し、この合計を木本地の割合を示す尺度とした。結果を図-7に示す。木本地及び人工地の割合は、人為的攪乱を受けた1965年を除くと、冠水頻度が増加するに従い低下する傾向を示す。ただし、1989年は低水護岸の設置により低い冠水頻度帯でも人工地の割合が増加している。木本地及び人工地の割合が増加もしくは減少しはじめる冠水頻度帯は明瞭ではないが、1976年以降を見ると1-5日/年より冠水頻度が低下すると、これらの占める率が急激に増加し、0.5-1日/年では概ね40%以上となる。裸地の割合は、冠水頻度が増加すると増加する傾向を示す。人為的攪乱を受けた1965年を除けば、0.5-1日/年もしくは1-5日/年を境界とし、これより冠水頻度が低下すると裸地率も増加する傾向を示す。その率は1-5日/年で概ね30~40%、5-10日/年で概ね50%を越える。1989年の高い冠水頻度帯で裸地の占める面積が少ないのは、これらの冠水頻度帯で木本地と人工地が増加したことによる。

#### 4. 考察

砂利採取に伴い河道の一部が低下し、冠水頻度の分布が変化したこと、また、冠水頻度の分布の変化が木本地、裸地の分布、面積を変化と関連性が高いことが解った。また、河道内の冠水頻度と両ハビタットとの関係を見ると、0.5-1日/年の冠水頻度帯

でメッシュ数が減少する一種の“くびれ”となっていること、また、この程度を境界とし、これより冠水頻度が大きい場所（1-5日/年より大きい場所）は裸地が増加し、木本地が減少する傾向が見られ、に特徴があった。この“くびれ”は、2年に1度程度冠水する場所であること、低水路満杯流量がこの程度の流量と対応すること<sup>13)</sup>、から法勾配が比較的大きい低水河岸の部分に該当すると考えられる。従って、この“くびれ”を境界とし、これより冠水頻度が少ない場所（0.1-0.5日/年より少ない場所）と多い場所（1-5日/年より多い場所）を分けることは、河道内地形の一般的な特徴を考えても意味があるだろう。そこで、前者を陸域、後者を水際域～水域とし、この2つの全メッシュ数に占める両者の割合を見てみよう。まず、陸域は1948年に18%であったものが、1965年で50%、1976年で54%、1982年で57%、1989年で58%と1965年から急増している。一方、水際域～水域は1948年で78%、1965年で65%、1976年で45%、1982年で40%、1989年で40%と1965年、1976年で減少している。このような陸域と水際域～水域の変化は1948年～1976年で急激に、その後緩やかに変化している。1948年と1989年を比較すると陸域はおよそ3倍に、水際域～水域はおよそ半分に減少している。図-2で示した裸地、木本地の面積の変化でも木本地が概ね3倍に、裸地が3分の1に減少しており、冠水頻度を元に算定した陸域、水際域～水域のメッシュ数の変化とほぼ対応していることが解る。この事実は、雫石川におけるハビタットの大規模な変化は、冠水頻度の分布の変化、すなわち、陸域と水際域～水域の比率が大きく変化したことにより生じている可能性を示唆するものである。

本研究区間は川幅の10倍程度の長さを対象としている。実際に平面形状を見ると4つの湾曲部が確

認され、1948 年の平面形状からはこれと対応した外岸側及び内岸側へのみお筋の移動が見られる。つまり、本研究では、このようなみお筋の移動に伴い規則的に発生する 1 パターン以上のハビタットの分布を対象に冠水頻度との関係を把握している。これは、冠水頻度とハビタットの関係を概括的に把握する目的から考えると必要な条件であり、ハビタットパターンの一部だけを取り出し冠水頻度との関連性を把握した場合には、異なる結果を導くかもしれない。これは、湾曲部の外岸側と内岸側で洪水時の攪乱の程度や質が異なること、そして、これによって植生の破壊と再生のメカニズムが異なる可能性のあることから理解できる。本研究におけるこのような背景を考えると、本結果は、例えば 1 リーチ～1 セグメントのレベルでハビタットの管理を概括的に行うためには有効な手法と考えられるが、局所的な植生の繁茂状態等の予測に適用することには問題がある。

## 5. まとめ

本研究から、雫石川では、河道内地形の変化により冠水頻度の空間分布が変化したこと、また、各ハビタットと冠水頻度には一定の関連性が見られ、ハビタットの長期的な変化が冠水頻度の空間分布の変化によりもたらされた可能性があることを示した。

## 参考文献

- 1) 皆川朋子, 島谷幸宏: 扇状地における河川の自然環境保全・復元目標の指標化に関する研究, 環境システム研究, Vol.27, pp.237-246, 1999.
- 2) 萱場祐一, 島谷幸宏: 扇状地河川における地被状態の長期的変化とその要因に関する基礎的研究, 河道の水理と河川環境論文集, pp.191-196, 1995.
- 3) 倉本宣: 多摩川におけるカワラノギクの保全生物学的研究, 東京大学大学院緑地学研究室緑地学研究 15, 1995.
- 4) 水戸唯則, 安田実: 河道内の樹林化の実態と要因分析に関する研究, リバーフロント整備センター研究所報告 Vol8, pp.104-112, 1997.
- 5) 鎌田磨人, 郡麻里, 三原敏, 岡部健士: 吉野川の砂州上におけるヤナギ群落およびアキグミ群落の分布と立地特性, 環境システム研究, Vol.27, pp.331-337, 1999.
- 6) 辻本哲朗, 岡田敏治, 村瀬尚: 扇状地河川の植物群落と河道特性—手取川における調査, 水工学論文集 第 37 巻, pp.207-214, 1998.
- 7) 李參熙, 藤田光一, 塚原隆夫, 渡辺俊, 山本晃一, 望月達也: 礫床河川の樹林化に果たす洪水と細粒土砂の役割, 水工学論文集 第 42 巻, pp.433-438, 1997.
- 8) 雫石川と太田橋編集委員会: 雫石川と太田橋, 雫石川と太田橋刊行会, 1977.
- 9) 例えば, 鈴木惣一: セールスエンジニアリングのための空中写真測量マニュアル, 全通出版, 1974.
- 10) 砂田憲吾, 吉川秀夫, 芦田和男, 佐々木寧, 辻本哲朗, 岡部健士, 池田裕一, 島谷幸宏, 石川慎吾: 河川の植生と河道特性、(財) 河川環境管財団河川総合研究所, 1995.
- 11) 奥田重俊, 佐々木寧: 河川環境と水辺植物—植生の保全と管理—, ソフトサイエンス社, pp.116-129, 1996.
- 12) 建設省東北地方建設局御所ダム工事事務所: 御所ダム工事誌, pp.1-34-1-44, 1982.
- 13) 山本晃一: 沖積河川学, 山海道, pp.17-33, 1994.

## RELATIONSHIP BETWEEN THE CHANGE OF HABITATS AND INUNDATION FREQUENCY IN THE SHIZUKUISHI RIVER

Yuichi KAYABA

Originally, vast gravel bars spread in fluvial fan. Gravel mining, however, caused a great change of this spatial distribution of habitats and had resulted in the reduction of gravel area and the increase of wood area. In this study, inundation frequency was focused to realize the factor for the change of habitats, and analyzed the relationship between each habitat type and their inundation frequency. Shizukuishi River was chosen for the study river, which had taken a great change of habitats indicated above. Aerial photograph was used for the grasp of the habitat changes and the river morphology during past five decades, and historical daily discharge data was analyzed to estimate inundation frequency. Based on this study, the morphological change caused by gravel mining had caused the alteration of inundation frequency, and this alteration would be a key element for the reduction of the gravel area and the increase of the wood area in the rivers. Especially, a specific inundation frequency, 1-5days/year could be an important threshold for the evaluation what kind of habitat will be.